Interdisziplinäre Forschungsplattform für adaptive Algenbiotechnologie, funktionelle Materialien, Photonik, Solartechnologien, Wasserforschung und optische Energiespeicherung

1. Einleitung und wissenschaftlicher Hintergrund zu den Forschungsprojekten

Die **LightBottle Company und SunsWater Research Organization** entwickelt seit mehreren Jahren eine interdisziplinäre Forschungsplattform zur Untersuchung adaptiver Mikroalgensysteme, innovativer Materialtechnologien sowie neuartiger Konzepte in den Bereichen Lichtwissenschaften, Photonik, Umwelttechnologien, Solarenergie, Wasserforschung und optischer Energiespeicherung. Ziel des Forschungsprogramms ist die Entwicklung einer wissenschaftlichen Architektur, welche biologische Systeme, Biophotonik, Materialwissenschaften, Umweltphysik und Ingenieurwissenschaften in einem gemeinsamen Forschungsrahmen zusammenführt.

Im Mittelpunkt dieser Arbeiten steht die Erkenntnis, dass zukünftige nachhaltige Technologien zunehmend aus dem Zusammenspiel verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen entstehen werden. Während sich Biologie, Physik, Chemie, Materialwissenschaften und Ingenieurwesen über Jahrzehnte weitgehend unabhängig voneinander entwickelt haben, eröffnet ihre systematische Verbindung vollkommen neue Möglichkeiten für die Entwicklung biologisch inspirierter Technologien und adaptiver Materialsysteme.

Die Forschungsarbeiten verfolgen deshalb einen ganzheitlichen Ansatz, bei dem biologische Organismen nicht ausschließlich als Untersuchungsobjekte betrachtet werden, sondern als aktive Bestandteile zukünftiger funktioneller Materialien, photonischer Systeme und nachhaltiger Umwelttechnologien.

Die Entstehung eines langfristigen Forschungsprogramms

Die heutige Forschungsplattform entstand nicht als einzelnes Projekt, sondern entwickelte sich schrittweise über mehrere Jahre wissenschaftlicher Arbeiten. Ausgangspunkt waren Untersuchungen zur Kultivierung photosynthetischer Mikroorganismen unter unterschiedlichsten Umweltbedingungen. Bereits früh zeigte sich jedoch, dass sich biologische Systeme nur dann umfassend verstehen lassen, wenn ihre Wechselwirkungen mit Licht, Wasser, Mineralien, Atmosphäre und Materialoberflächen gemeinsam untersucht werden.

Mit jeder neuen Versuchsreihe wurde die wissenschaftliche Fragestellung erweitert. Aus biologischen Untersuchungen entstanden materialwissenschaftliche Fragestellungen. Mineralogische Analysen führten zur Erforschung biologisch-mineralischer Wechselwirkungen. Untersuchungen zum Einfluss verschiedener Lichtbedingungen eröffneten neue Perspektiven in der Photonik und den Lichtwissenschaften. Parallel entwickelten sich Forschungsfelder in den Bereichen Wassertechnologien, Umwelttechnik und nachhaltige Energiesysteme.

Heute bilden diese ursprünglich getrennten Forschungsrichtungen eine integrierte wissenschaftliche Plattform, in der biologische, physikalische und technische Prozesse gemeinsam betrachtet werden.

Die ProtoAlgae-Forschungsplattform

Die SunsWater Forschungsplattformen / -projekte bilden das Fundament sämtlicher nachfolgender Entwicklungen. Seit dem Jahr 2024 dient sie als experimentelle Umgebung zur systematischen Untersuchung hochadaptiver Mikroalgen unter langfristig veränderten Umweltbedingungen.

Im Gegensatz zu klassischen Kultivierungsansätzen verfolgt ProtoAlgae, MoonAlgae und LightAlgae keinen kurzfristigen Optimierungsansatz. Ziel ist vielmehr die Untersuchung biologischer Anpassungsprozesse über Monate und Jahre hinweg. Temperatur, Licht, Mineralien, Wasserchemie, Nährstoffverfügbarkeit und atmosphärische Bedingungen werden nicht isoliert betrachtet, sondern als miteinander verknüpfte Umweltfaktoren verstanden.

Diese Herangehensweise orientiert sich stärker an natürlichen Ökosystemen, in denen Organismen permanent wechselnden Umweltbedingungen ausgesetzt sind. Die Forschung konzentriert sich deshalb auf die Frage, wie biologische Systeme ihre Stoffwechselprozesse langfristig an neue Bedingungen anpassen und welche wissenschaftlichen Erkenntnisse sich daraus für zukünftige Technologien ableiten lassen.

Langfristige biologische Anpassungsprozesse

Ein wesentliches Merkmal der Forschungsplattform ist die kontinuierliche Weiterentwicklung biologischer Kulturen über sehr lange Zeiträume. Die Untersuchungen umfassen unter anderem Temperaturstress, Kryokonservierung, intensive Sonneneinstrahlung, reduzierte Nährstoffversorgung, mineralgestützte Kultivierung sowie verschiedene Wasser- und Lichtbedingungen.

Im Verlauf mehrjähriger Versuchsreihen konnten zahlreiche experimentelle Beobachtungen dokumentiert werden. Einzelne Kulturen zeigten eine außergewöhnlich hohe Regenerationsfähigkeit nach Gefrierprozessen, tolerierten Temperaturen von über 70 °C oder überstanden mehrstündige intensive Sonneneinstrahlung unter kontrollierten Laborbedingungen. Weitere Untersuchungen beschäftigten sich mit der Langzeitlagerung lebender Kulturen in transparenten Gefäßen unter Verwendung speziell ausgewählter Mineralmischungen.

Besonderes Interesse gilt außerdem der schrittweisen Anpassung an nährstoffarme Kultivierungsbedingungen. Seit dem Sommer 2025 wurden ausgewählte Kulturen kontinuierlich unter reduzierter Nährstoffversorgung weiterentwickelt. Mehrere experimentelle Entwicklungsphasen führten dazu, dass einzelne Kulturen ihre physiologische Aktivität selbst unter stark eingeschränkter Nährstoffverfügbarkeit aufrechterhalten konnten. Diese Beobachtungen bilden die wissenschaftliche Grundlage für die spätere Entwicklung der **LightAlgae-Forschungsreihen**, deren Schwerpunkt auf der langfristigen Anpassung biologischer Systeme an unterschiedliche Licht- und Umweltbedingungen liegt.

Alle experimentellen Ergebnisse werden durch umfangreiche Laborprotokolle, fotografische Dokumentationen, Videoaufzeichnungen und fortlaufende wissenschaftliche Auswertungen begleitet. Dadurch entsteht ein einzigartiger Datensatz langfristiger biologischer Entwicklungen, der als Grundlage für die weiteren materialwissenschaftlichen, photonischen und umwelttechnischen Forschungsarbeiten dient.

2. Adaptive biologische Systeme, Materialwissenschaften und Mineralforschung

Während die ProtoAlgae-Forschungsplattform die biologische Grundlage des gesamten Forschungsprogramms bildet, erweitert sich der wissenschaftliche Fokus in der zweiten Entwicklungsstufe auf die grundlegenden Mechanismen biologischer Anpassungsfähigkeit sowie deren Bedeutung für zukünftige Material- und Umwelttechnologien. Dabei steht weniger die Untersuchung einzelner Organismen im Vordergrund als vielmehr die Frage, welche physikalischen, chemischen und biologischen Prinzipien die außergewöhnliche Anpassungsfähigkeit photosynthetischer Mikroorganismen bestimmen und wie sich diese Erkenntnisse auf neue technologische Anwendungen übertragen lassen.

Angepasste biologische Systeme als Grundlage zukünftiger Technologien

Biologische Organismen sind hochkomplexe, dynamische Systeme, die kontinuierlich auf Veränderungen ihrer Umwelt reagieren. Temperatur, Licht, Wasserverfügbarkeit, Mineralstoffzusammensetzung, Strahlung und chemische Gradienten beeinflussen Stoffwechselprozesse ebenso wie Zellstruktur, Membrandynamik und die Regulation genetischer Programme. Die Fähigkeit, sich an diese Veränderungen anzupassen, gehört zu den fundamentalen Eigenschaften allen Lebens und bildet seit Milliarden Jahren die Grundlage biologischer Evolution.

Die Forschungsarbeiten der Light Bottle Research Organization greifen diese grundlegenden biologischen Prinzipien auf und untersuchen sie unter kontrollierten Laborbedingungen über ungewöhnlich lange Zeiträume. Im Mittelpunkt stehen dabei keine kurzfristigen Belastungsexperimente, sondern kontinuierliche Anpassungsprozesse, die sich über Monate oder Jahre entwickeln und dadurch physiologische Veränderungen ermöglichen, welche in klassischen Kurzzeitstudien häufig nicht erfasst werden.

Diese langfristige Perspektive eröffnet neue Möglichkeiten, biologische Anpassungsmechanismen systematisch zu dokumentieren und ihre Bedeutung für zukünftige technologische Entwicklungen besser zu verstehen. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse besitzen nicht nur für die Algenbiotechnologie Relevanz, sondern berühren ebenso Fragestellungen der Umweltbiologie, der Evolutionsforschung, der Systembiologie sowie der Bioverfahrenstechnik.

Langzeitadaptation unter kontrollierten Umweltbedingungen

Seit Beginn der ProtoAlgae-Entwicklungen werden ausgewählte Mikroalgenkulturen schrittweise an unterschiedliche Umweltbedingungen angepasst. Temperaturbereiche, Lichtverhältnisse, Wasserchemie, Mineralstoffzusammensetzungen sowie die Verfügbarkeit von Nährstoffen werden dabei nicht isoliert verändert, sondern in langfristigen Versuchsreihen miteinander kombiniert.

Im Verlauf dieser Untersuchungen konnten zahlreiche bemerkenswerte Anpassungsprozesse beobachtet werden. Einzelne Kulturen zeigten eine hohe Regenerationsfähigkeit nach wiederholten Gefrier- und Auftauzyklen, tolerierten längere Phasen intensiver Sonneneinstrahlung und überstanden unter definierten Laborbedingungen erhöhte Temperaturen von über 70 °C. Parallel wurden Kultivierungsverfahren entwickelt, bei denen lebende Organismen über lange Zeiträume in transparenten Glasgefäßen unter Verwendung mineralischer Speichersysteme stabil erhalten werden konnten.

Von besonderem wissenschaftlichem Interesse sind darüber hinaus Versuchsreihen zur schrittweisen Reduktion konventioneller Nährstoffe. Beginnend im Sommer 2025 wurden ausgewählte Kulturen über viele Monate hinweg kontinuierlich an nährstoffärmere Umweltbedingungen angepasst. Mehrere Winterkampagnen führten schließlich zu experimentellen Beobachtungen, bei denen einzelne Kulturen ihre biologische Aktivität trotz stark reduzierter externer Nährstoffversorgung aufrechterhalten konnten. Diese Ergebnisse werden derzeit als Hinweise auf komplexe Anpassungsmechanismen interpretiert, deren physiologische Grundlagen Gegenstand weiterer Untersuchungen sind.

Weitere Versuchsreihen beschäftigen sich mit dem Verhalten adaptierter Kulturen in hochreinem Wasser. Unter kontrollierten Bedingungen konnten einzelne Kulturen über längere Zeiträume selbst in Medien mit einem Destillationsgrad von über 99 % lebensfähig erhalten werden. In einigen Experimenten wurde darüber hinaus eine begrenzte Zellvermehrung beobachtet. Auch diese Entwicklungen werden weiter experimentell erforscht und validiert, sie eröffnen sehr interessante Fragestellungen, etwa zu Osmoregulation, intrazellulärer Stoffkreisläufe und metabolischer Effizienz.

Von biologischen Kulturen zu lebenden Materialsystemen

Mit zunehmender Dauer der Forschungsarbeiten wurde deutlich, dass adaptive Mikroorganismen nicht ausschließlich als biologische Kulturen betrachtet werden sollten. Ihre Fähigkeit, kontinuierlich mit ihrer Umgebung zu interagieren, Stoffe auszutauschen und auf äußere Einflüsse zu reagieren, eröffnet die Möglichkeit, sie als funktionelle Bestandteile neuartiger Materialsysteme zu untersuchen.

Hieraus entwickelte sich ein zentraler Forschungsschwerpunkt der Plattform: die Erforschung **lebender Verbundwerkstoffe (Living Composite Materials)**. Während klassische Verbundwerkstoffe aus verschiedenen anorganischen oder polymeren Komponenten bestehen, integrieren lebende Materialsysteme biologisch aktive Strukturen direkt in funktionelle Materialarchitekturen.

Die Kombination biologischer Systeme mit mineralischen, keramischen oder transparenten Werkstoffen eröffnet die Perspektive vollkommen neuer Materialklassen. Solche biohybriden Systeme könnten künftig nicht nur strukturelle Aufgaben übernehmen, sondern gleichzeitig auf Umweltbedingungen reagieren, Stoffwechselprozesse ausführen oder optische Eigenschaften dynamisch verändern. Damit entsteht eine neue Generation adaptiver Materialien, deren Funktionalität nicht allein auf ihrer chemischen Zusammensetzung, sondern wesentlich auf biologischer Aktivität beruht.

Aus dieser Forschungsrichtung ergeben sich zahlreiche weitere Themenfelder, darunter bioaktive Grenzflächen, selbstregenerierende Materialsysteme, biologisch integrierte Keramiken, transparente Verbundmaterialien, biomineralische Komposite und Speicher sowie photonische Biohybridmaterialien. Diese Konzepte verbinden moderne Materialwissenschaften mit Erkenntnissen der Mikrobiologie, Oberflächenchemie, Nanostrukturforschung und Biophysik.

Mineralforschung als Schlüssel biologischer und funktioneller Materialsysteme

Parallel zur biologischen Forschung entwickelte sich die Mineralogie zu einem eigenständigen Pfeiler des Forschungsprogramms. Mineralien werden dabei nicht ausschließlich als Nährstofflieferanten verstanden, sondern als hochkomplexe funktionelle Materialien mit definierten strukturellen, chemischen und optischen Eigenschaften.

Kristallstruktur, Porosität, Oberflächenchemie, Ionenaustausch, Diffusionsverhalten und Wasserbindung bestimmen maßgeblich die Wechselwirkungen zwischen Mineralien und biologischen Systemen. Jede Mineraloberfläche bildet eine eigene physikochemische Mikrostruktur, in der Wasser, gelöste Ionen und biologische Zellen kontinuierlich miteinander interagieren. Das Verständnis dieser Grenzflächenprozesse stellt eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung zukünftiger biomineralischer Materialien dar.

Im Rahmen der Forschungsplattform werden daher unterschiedliche Mineralgruppen hinsichtlich ihrer Eignung für biologische Langzeitkultivierung, Materialintegration und optische Anwendungen untersucht. Neben klassischen mineralogischen Fragestellungen spielen dabei auch kristallographische Eigenschaften, Mikro- und Nanoporosität, Pufferkapazitäten, Adsorptionsprozesse sowie optische Eigenschaften wie Transparenz, Lichtstreuung oder Lumineszenz eine wichtige Rolle.

Die Kombination adaptierter biologischer Systeme mit funktionellen Mineralien eröffnet die Möglichkeit, neuartige Materialklassen zu entwickeln, die biologische Aktivität mit mechanischer Stabilität, optischer Funktionalität und langfristiger Umweltbeständigkeit verbinden. Solche bio-mineralischen Verbundsysteme könnten künftig Anwendungen in der Umwelttechnik, der Photonik, der Sensorik, der Energiespeicherung oder der nachhaltigen Baustoffentwicklung finden.

Von der biologischen Anpassung zur interdisziplinären Materialforschung

Die Verbindung adaptiver Biologie mit Mineralogie und Materialwissenschaften markiert einen entscheidenden Entwicklungsschritt innerhalb der Forschungsplattform. Während biologische Systeme die dynamische Komponente liefern, schaffen Mineralien und technische Werkstoffe die strukturellen Voraussetzungen für stabile, funktionelle und langfristig einsetzbare Materialarchitekturen.

Diese wissenschaftliche Synthese bildet zugleich die Grundlage für die nachfolgenden Forschungsbereiche der **Lichtwissenschaften**, **Photonik**, **Solartechnologien** sowie der **Lichtalgen- und Mondalgen-Entwicklungen**. Erst durch das Zusammenspiel biologischer Anpassungsprozesse, funktioneller Materialien und optischer

Wechselwirkungen entsteht jene interdisziplinäre Forschungslandschaft, welche die SunsWater Research Organization seit mehreren Jahren kontinuierlich ausbaut.

Im nächsten Teil wird deshalb die Rolle des Lichts als grundlegender physikalischer Umweltfaktor untersucht. Dabei stehen nicht allein klassische Photonik und Optik im Mittelpunkt, sondern die Entwicklung einer umfassenden wissenschaftlichen Perspektive auf Licht als verbindendes Element zwischen Biologie, Materialwissenschaften, Umwelttechnologien und zukünftigen nachhaltigen Innovationsplattformen.

3. Lichtwissenschaften: Photonik, LightAlgae, MoonAlgae, Mondlichtforschung und Solartechnologien

Mit zunehmender wissenschaftlicher Reife der Forschungsplattform trat ein physikalischer Faktor immer stärker in den Mittelpunkt sämtlicher Untersuchungen: das Licht und die Photonik. Unabhängig davon, ob biologische Anpassungsprozesse, Materialeigenschaften, mineralische Wechselwirkungen oder nachhaltige Umwelttechnologien untersucht werden, bildet elektromagnetische Strahlung die gemeinsame Grundlage zahlreicher natürlicher Prozesse. Licht liefert Energie, überträgt Information, beeinflusst chemische Reaktionen und bestimmt in erheblichem Maße die Entwicklung biologischer Systeme. Aus dieser Erkenntnis entwickelte sich innerhalb des Forschungsprogramms ein eigenständiger wissenschaftlicher Schwerpunkt, der bewusst über die klassische Photonik hinausgeht und als **Lichtwissenschaften (Light Sciences)** verstanden wird.

Licht als universeller Umwelt- und Materialfaktor

In der modernen Physik wird Licht in erster Linie als elektromagnetische Strahlung beschrieben. Für biologische Systeme besitzt es jedoch eine weitaus umfassendere Bedeutung. Es steuert Photosynthese, reguliert circadiane Rhythmen, beeinflusst Stoffwechselprozesse, bestimmt ökologische Wechselwirkungen und wirkt gleichzeitig auf Materialien, Flüssigkeiten und atmosphärische Systeme ein. Damit verbindet Licht physikalische, chemische und biologische Prozesse auf einzigartige Weise.

Die Forschungsplattform verfolgt daher einen integrativen Ansatz, der Licht nicht ausschließlich als Energiequelle betrachtet, sondern als aktiven Umweltparameter, dessen Wechselwirkungen mit Materie systematisch untersucht werden. Jeder absorbierte, reflektierte oder gestreute Photonentransfer verändert sowohl das beleuchtete Material als auch dessen unmittelbare Umgebung. Diese Wechselwirkungen reichen von molekularen Anregungsprozessen über photochemische Reaktionen bis hin zur biologischen Signalübertragung innerhalb lebender Organismen.

Die Lichtwissenschaften bilden in diesem Verständnis eine übergeordnete Forschungsdisziplin, welche Erkenntnisse aus der Optik, Photonik, Spektroskopie, Biophysik, Materialwissenschaft, Umweltphysik und Astronomie miteinander verbindet. Ziel ist es, Licht nicht isoliert zu untersuchen, sondern seine Rolle innerhalb komplexer biologischer und technischer Systeme zu verstehen.

Photonik als Schlüsseltechnologie biologischer und funktioneller Materialien

Die Photonik gehört heute zu den bedeutendsten Zukunftstechnologien der modernen Wissenschaft. Anwendungen reichen von optischen Kommunikationssystemen über medizinische Diagnostik bis hin zur Quantentechnologie. Gleichzeitig besitzt die Natur selbst hochentwickelte photonische Strukturen, die über Milliarden Jahre evolutionärer Entwicklung entstanden sind.

Photosynthetische Mikroorganismen nutzen Licht mit einer bemerkenswerten Effizienz. Pigmentsysteme absorbieren definierte Wellenlängenbereiche, Zellstrukturen beeinflussen die Ausbreitung des Lichtes, während intrazelluläre Prozesse die aufgenommene Strahlungsenergie in chemische Energie umwandeln. Diese biologischen Mechanismen stellen komplexe photonische Systeme dar, deren Funktionsweise bis heute Gegenstand intensiver Forschung ist.

Die SunsWater Research und LightBottle Company (Startup in Vorbereitung) untersucht diese Prozesse im Rahmen einer erweiterten Photonik. Im Mittelpunkt stehen Fragestellungen zur biologischen Lichtnutzung, zum Photon Management, zur spektralen Optimierung sowie zur Entwicklung biologisch integrierter photonischer Materialien. Transparente Materialsysteme, adaptive Mikroorganismen und mineralische Grenzflächen bilden dabei gemeinsam funktionelle optische Systeme, deren Eigenschaften künftig für innovative Technologien, Sensorik, Umwelttechnik oder Energiespeicherung genutzt werden könnten.

Besonderes Interesse gilt den Wechselwirkungen zwischen biologischen Zellen und transparenten Werkstoffen. Glas, Quarz, Silikate sowie neuartige polymere Materialien dienen nicht nur als Kultivierungsgefäße, sondern gleichzeitig als optische Schnittstellen zwischen biologischen Prozessen und ihrer Umgebung. Dadurch entstehen neuartige Forschungsfelder im Bereich biologischer Optiken und biointegrierter photonischer Systeme.

LightAlgae – Erweiterte Entwicklungen und jahrelange intensive Forschung

Die langfristigen Untersuchungen zur biologischen Anpassung an unterschiedliche Lichtbedingungen führten schließlich zur Entstehung der **LightAlgae-Forschungsarbeiten**. Diese Entwicklungen stellen einen der bedeutendsten Meilensteine innerhalb der gesamten Forschungsprojekte dar.

LightAlgae (Lichtalge) beschreibt keine neue biologische Art und auch keine taxonomische Klassifikation. Vielmehr handelt es sich um eine wissenschaftliche Forschungsplattform, welche adaptive Mikroalgen untersucht, die über lange Zeiträume an unterschiedliche Lichtintensitäten, Spektralbereiche sowie reduzierte Nährstoffverfügbarkeiten angepasst werden.

Ausgangspunkt dieser Arbeiten waren kontinuierliche Versuchsreihen, die seit dem Sommer 2025 durchgeführt wurden. Schrittweise wurden die Kultivierungsbedingungen verändert, wobei sowohl die Nährstoffversorgung als auch verschiedene Beleuchtungsregime systematisch angepasst wurden. Besonders während mehrerer

Winterkampagnen konnten experimentelle Beobachtungen dokumentiert werden, welche auf weitreichende physiologische Anpassungen einzelner Kulturen hindeuteten.

Im Zentrum dieser Untersuchungen steht die wissenschaftliche Frage, wie sich photosynthetische Organismen langfristig an lichtdominierte Umweltbedingungen anpassen und welche Stoffwechselstrategien dabei entstehen. Die Bezeichnung LightAlgae™ symbolisiert deshalb nicht nur eine biologische Entwicklung, sondern eine umfassendere Forschungsrichtung, welche Biotechnologie, Lichtwissenschaften, Materialforschung, Umwelttechnik und Photonik miteinander verbindet.

MoonAlgae – Der Ursprung einer erweiterten Lichtforschung

Parallel zu den Arbeiten an MoonsWater-Projekten wie MoonAlgae entwickelte sich ein weiteres Forschungsprojekt, welches später als Lichtalge bezeichnet wurde. Historisch betrachtet stellt MoonAlgae™ und LightAlgae™ eine frühe Entwicklungsstufe innerhalb der neuartigen Lichtforschung und Algenforschung mit innovativen Forschungsmethoden dar – sie bildet auch einen Ausgangspunkt für die spätere Lichtspeicher- und Mondlichtforschung.

Die wissenschaftliche Fragestellung war dabei ebenso einfach wie außergewöhnlich. Während Sonnenlicht seit Jahrzehnten intensiv untersucht wird, existieren nur vergleichsweise wenige Arbeiten über die langfristigen biologischen Auswirkungen natürlicher nächtlicher Beleuchtung. Dabei begleitet das Mondlicht das Leben auf der Erde seit Milliarden Jahren und beeinflusst zahlreiche ökologische Prozesse.

MoonAlgae und ProtoAlgae untersucht deshalb die Anpassung photosynthetischer Organismen an extrem geringe Lichtintensitäten sowie an natürliche nächtliche Beleuchtungsverhältnisse. Im Vordergrund stehen nicht hohe Wachstumsraten, sondern die langfristige physiologische Reaktion biologischer Systeme auf schwache natürliche Lichtquellen. Diese Untersuchungen erweitern die klassische Photobiologie um eine bislang nur wenig erforschte Perspektive.

Gleichzeitig entstand aus diesen Arbeiten die wissenschaftliche Überlegung, dass Mondlicht nicht lediglich als astronomisches Phänomen betrachtet werden sollte, sondern als eigenständiger Umweltfaktor mit biologischer, physikalischer und technologischer Relevanz in vielen wichtigen Bereichen.

Mondlichtforschung als interdisziplinäres Forschungsgebiet

Aus den Studien und Untersuchungen der SunsWater und MoonsWater Forschungsprojekte entwickelte sich schrittweise die StarPhysicist-Initiative (Sternphysiker) und **Mondlichtforschung (Moonlight Research)** sowie neu Lichtspeicherungsmethodiken als eigenständige wissenschaftliche Forschungsrichtung. Sie verbindet Fragestellungen der Astrophysik, Atmosphärenphysik, Biophotonik, Chronobiologie, Kristallography, Lichtforschung, Materialwissenschaften, Umweltbiologie, Partikelphysik, Photonik, Solarphysik, Spektroskopie und weiterer relevanter Bereiche.

Mondlicht stellt nach dem Sonnenlicht die bedeutendste natürliche Lichtquelle unseres Planeten dar. Obwohl seine Intensität um Größenordnungen geringer ist als die direkte Sonneneinstrahlung, besitzt es über geologische Zeiträume hinweg eine kontinuierliche

ökologische Bedeutung. Zahlreiche Organismen orientieren sich an den Mondphasen, synchronisieren Fortpflanzungszyklen oder verändern ihr Verhalten in Abhängigkeit von der nächtlichen Beleuchtung.

Aus physikalischer Sicht handelt es sich bei Mondlicht um reflektiertes Sonnenlicht, dessen Spektrum durch die Reflexion an der Mondoberfläche sowie durch den Durchgang durch die Erdatmosphäre verändert wird. Dadurch entstehen charakteristische spektrale Eigenschaften, die sich deutlich von direkter Sonneneinstrahlung unterscheiden. Diese Unterschiede könnten langfristig auch biologische Wirkungen beeinflussen – ein Forschungsgebiet, das bislang international nur in Ansätzen untersucht wurde.

Die Forschungsplattform verfolgt daher das Ziel, Mondlichtforschung als interdisziplinäres Gebiet weiterzuentwickeln. Neben biologischen Fragestellungen sollen künftig auch spektroskopische Untersuchungen, photonische Modelle, optische Simulationen und materialwissenschaftliche Anwendungen berücksichtigt werden. Langfristig könnte sich daraus ein neues Forschungsfeld entwickeln, das ökologische, physikalische und technologische Aspekte natürlicher Nachtbeleuchtung miteinander verbindet.

Der Entwickler und Gründer der außergewöhnlichen Forschungsprojekte ist Begründer und Initiator der Mondlichtforschung – es existieren faktisch fast keine deutschen Veröffentlichungen dazu, wobei das Mondlicht das wichtigste Licht neben dem Sonnenlicht ist. Seit Jahren informiert der Forscher Institute und Universitäten über besondere Entdeckungen, Entwicklungen und Innovationen.

Solarwissenschaften – Biologische Nutzung des Sonnenlichts

Während die Mondlichtforschung die Eigenschaften extrem schwacher natürlicher Beleuchtung untersucht, widmen sich die **Solarwissenschaften** der biologischen Nutzung des vollständigen Sonnenspektrums. Dabei steht nicht die klassische Photovoltaik im Vordergrund, sondern die Frage, wie biologische Systeme Sonnenenergie aufnehmen, regulieren und effizient nutzen.

Photosynthetische Organismen gehören zu den erfolgreichsten Solarkonvertern der Erdgeschichte. Über Milliarden Jahre entwickelten sie hochkomplexe Mechanismen zur Lichtabsorption, Energiewandlung und zum Schutz vor übermäßiger Strahlung. Diese natürlichen Strategien liefern wertvolle wissenschaftliche Anregungen für zukünftige nachhaltige Energietechnologien.

Innerhalb der Forschungsplattform werden deshalb biologische Lichtnutzung, Spektralanpassung, Hochstrahlungstoleranz sowie die Wechselwirkungen zwischen Sonnenlicht, Wasser, Mineralien und biologischen Materialien gemeinsam untersucht. Ziel ist es, biologische Solarprozesse mit modernen Materialwissenschaften und photonischen Technologien zu verbinden und daraus langfristig neue Ansätze für nachhaltige Umwelt- und Energietechnologien abzuleiten.

Damit bilden Lichtspeicherforschung, Lichtwissenschaften, erweiterte Photonik (z.B. Quantenphotonik und Nanophotonik), Mondlichtforschung und Solarwissenschaften (besonders Solarphysik II) gemeinsam den optischen Kern der gesamten Forschungsarchitektur. Sie verbinden die biologischen Grundlagen der ersten Forschungsphasen mit den nachfolgenden Entwicklungen in den Bereichen Licht-, Solar

und Wasserforschung sowie verbesserte Umwelttechnologien, biologische, effizientere, nachhaltige und optische Energiespeicherung.

4. Wasserwissenschaften, Umwelttechnologien, Lichtspeichertechnik, biohybride Energiesysteme und nachhaltige Umwelttechnik

Biologische Grundlagen, die Materialwissenschaften und Lichtwissenschaften bilden den wissenschaftlichen Kern der bisherigen Forschungsplattform, der Fokus erweitert sich im vierten Teil auf die Wechselwirkungen zwischen Wasser, biologischen Systemen, Umweltprozessen und zukünftigen Technologien. Dabei wird deutlich, dass nachhaltige Innovationen nicht allein aus einzelnen technischen Komponenten entstehen, sondern aus dem Zusammenspiel biologischer, physikalischer und chemischer Prozesse innerhalb komplexer Umwelt- und Materialsysteme.

Die Forschung verfolgt daher das Ziel, Wasser nicht ausschließlich als Trägermedium biologischer Prozesse zu verstehen, sondern als aktiven Bestandteil eines integrierten technologischen Gesamtsystems. Wasser verbindet Organismen mit ihrer Umwelt, beeinflusst Stofftransport, Energieflüsse, Lichtausbreitung und chemische Gleichgewichte und bildet damit eine der zentralen Schnittstellen zwischen Biologie, Materialwissenschaften und Umwelttechnik.

Wasserwissenschaften als interdisziplinäre Forschungsdisziplin

Wasser gehört zu den außergewöhnlichsten Stoffen unseres Planeten. Seine molekulare Struktur, seine physikalischen Eigenschaften und seine Fähigkeit, chemische sowie biologische Prozesse zu ermöglichen, machen es zu einer der wichtigsten Grundlagen allen bekannten Lebens. Gleichzeitig besitzt Wasser eine enorme technologische Bedeutung – von der Trinkwasseraufbereitung über industrielle Prozesssysteme bis hin zur Energie- und Umwelttechnik.

Im Rahmen der Forschungsplattform werden die Wasserwissenschaften bewusst interdisziplinär verstanden. Sie umfassen Aspekte der Hydrologie, Hydrochemie, Mikrobiologie, Umweltbiotechnologie, Materialwissenschaften, Photonik sowie der physikalischen Chemie. Besonderes Interesse gilt den Wechselwirkungen zwischen Wasser, Mineralien, biologischen Organismen und elektromagnetischer Strahlung.

Dabei wird Wasser nicht als statisches Medium betrachtet. Vielmehr entstehen in jeder biologischen Kultur hochkomplexe mikroskopische Reaktionsräume, in denen sich gelöste Ionen, Biomoleküle, Mineralpartikel und lebende Zellen permanent gegenseitig beeinflussen. Diese dynamischen Systeme bestimmen Stoffwechselprozesse ebenso wie die langfristige Stabilität biologischer Kulturen und bilden damit eine wesentliche Grundlage zukünftiger biologischer Technologien.

Biologische Anpassung in aquatischen Systemen

Ein Schwerpunkt der Untersuchungen liegt auf der langfristigen Stabilität adaptierter Mikroalgensysteme unter unterschiedlichen Wasserbedingungen. Während klassische Kultivierungssysteme häufig auf standardisierte Nährmedien zurückgreifen, untersucht

die Forschungsplattform gezielt, wie sich biologische Systeme über längere Zeiträume an veränderte Wasserzusammensetzungen anpassen.

Hierzu zählen mineralgestützte Kultivierungssysteme, nährstoffarme Medien, unterschiedliche Wasserhärten sowie hochreine wässrige Umgebungen. Besonders bemerkenswert waren experimentelle Beobachtungen, nach denen ausgewählte Kulturen unter kontrollierten Laborbedingungen über längere Zeiträume selbst in Wasser mit einem Destillationsgrad von bis zu etwa 99,6 Prozent lebensfähig blieben. In einzelnen Versuchsreihen konnte darüber hinaus eine begrenzte weitere Zellvermehrung dokumentiert werden.

Diese Beobachtungen stellen keine abschließenden wissenschaftlichen Aussagen dar, sondern bilden den Ausgangspunkt weiterführender Untersuchungen. Zukünftige Forschungsarbeiten sollen klären, welche Rolle Osmoregulation, intrazelluläre Stoffkreisläufe, Spurenelemente, Membrantransportprozesse und metabolische Anpassungsmechanismen bei dieser außergewöhnlichen Umweltstabilität spielen.

Darüber hinaus wird untersucht, wie sich Wasserqualität, Mineralstoffzusammensetzung und physikalische Eigenschaften des Kultivierungsmediums langfristig auf Vitalität, Photosyntheseleistung und biologische Regenerationsfähigkeit auswirken.

Biologische Umwelttechnologien und nachhaltige Stoffkreisläufe

Die langfristige Vision der Forschungsplattform reicht weit über die Kultivierung einzelner Mikroorganismen hinaus. Ziel ist die Entwicklung biologisch unterstützter Umwelttechnologien, die natürliche Stoffkreisläufe gezielt für nachhaltige technische Anwendungen nutzen.

Photosynthetische Mikroorganismen übernehmen in natürlichen Ökosystemen bereits heute zahlreiche ökologische Funktionen. Sie fixieren Kohlenstoffdioxid, produzieren molekularen Sauerstoff, binden Nährstoffe, stabilisieren aquatische Lebensräume und tragen wesentlich zur globalen Primärproduktion bei. Diese natürlichen Prozesse bilden die wissenschaftliche Grundlage für zukünftige technologische Konzepte.

Innerhalb der Forschungsplattform werden deshalb biologische Systeme als funktionelle Komponenten zukünftiger Umwelttechnologien betrachtet. Langfristig könnten adaptive Mikroorganismen in biologischen Filtersystemen, Wasseraufbereitungseinheiten, geschlossenen Stoffkreisläufen, biologischen Reaktoren oder regenerativen Umweltmodulen eingesetzt werden.

Besonderes wissenschaftliches Interesse gilt geschlossenen ökologischen Systemen, in denen biologische, chemische und physikalische Prozesse, verbesserte Wasseraufbereitung, Sauerstoffproduktion, Kohlenstoffbindung und Nährstoffrecycling gleichzeitig übernehmen. Solche Konzepte besitzen nicht nur für nachhaltige Infrastruktur auf der Erde Bedeutung, sondern könnten langfristig auch für autonome Lebens- und Versorgungssysteme in extremen Umgebungen – etwa in der Polar- oder Raumfahrtforschung – von Interesse sein.

Lichtspeichersysteme – Von der Lichtnutzung zur Lichtspeicherung

Mit der kontinuierlichen Weiterentwicklung biologischer und photonischer Forschung entstand innerhalb des Gesamtprogramms ein weiterer zentraler Forschungsschwerpunkt: Lichtspeichersysteme und Lichtspeicher-Techniken. LightStorage Organization und Light Storage Systems sind Projekte und Unternehmungen der LightBottle Company.

Im wissenschaftlichen Kontext beschreibt LightStorageSystems / Lichtspeichersysteme™ kein einzelnes Produkt, sondern eine langfristige Forschungsrichtung, welche sich mit der Aufnahme, Umwandlung, Verteilung und möglichen Speicherung optischer Energie in biologischen, mineralischen und hybriden Materialsystemen beschäftigt.

Die zentrale wissenschaftliche Fragestellung lautet dabei nicht, ob Licht „gespeichert" werden kann, sondern auf welche Weise Materialien und biologische Systeme optische Energie aufnehmen, in strukturelle oder chemische Veränderungen überführen und diese Prozesse für zukünftige Technologien nutzbar machen können.

Hierzu werden Erkenntnisse aus der Photonik, Spektroskopie, Festkörperphysik, Mineralogie, Materialwissenschaft und Biophysik miteinander verknüpft. Besonders interessant sind Materialien, die nach optischer Anregung über längere Zeit lumineszente Eigenschaften zeigen oder deren elektronische Zustände durch Licht gezielt beeinflusst werden können. Ebenso werden biologische Systeme untersucht, die Lichtenergie mit hoher Effizienz in chemische Energie umwandeln oder über komplexe Pigmentsysteme unterschiedlichste Spektralbereiche nutzen.

LightStorage.org™ versteht sich daher als wissenschaftliche Plattform, welche optische Materialien, biologische Prozesse und photonische Technologien in einem gemeinsamen Forschungsfeld zusammenführt.

Biohybride Energiesysteme und funktionelle Materialplattformen

Ein langfristiges Ziel der Forschungsarbeiten besteht darin, biologische Systeme mit modernen Werkstoffen zu kombinieren und daraus multifunktionale Materialplattformen zu entwickeln.

Während klassische Energiespeicher elektrische oder chemische Energie speichern, eröffnen biologisch-mineralische Systeme völlig neue Perspektiven. Transparente Verbundmaterialien, photonische Mineralstrukturen, biologisch aktive Grenzflächen und adaptive Mikroorganismen könnten künftig gemeinsam Materialsysteme bilden, die gleichzeitig biologische, optische und strukturelle Funktionen übernehmen.

Hieraus entstehen Konzepte biohybrider Energiesysteme, in denen biologische Stoffwechselprozesse, Lichtmanagement, Materialfunktion und Umweltanpassung miteinander gekoppelt werden. Solche Systeme befinden sich gegenwärtig noch im Stadium grundlegender Forschung, besitzen jedoch das Potenzial, langfristig neue Ansätze für nachhaltige Energiespeicherung, Umwelttechnik und intelligente Materialsysteme hervorzubringen.

Parallel hierzu werden transparente Materialarchitekturen untersucht, welche biologische Aktivität mit optischer Funktionalität verbinden. Diese Entwicklungen knüpfen unmittelbar

an die LightBottle-Forschungsplattform an, in der transparente Gefäß- und Materialsysteme sowohl biologische Kultivierungsräume als auch photonische Schnittstellen darstellen.

Von Umwelttechnologien zu integrierten wissenschaftlichen Plattformen

Ein wesentliches Merkmal der gesamten Forschungsarchitektur besteht darin, einzelne wissenschaftliche Disziplinen nicht isoliert weiterzuentwickeln, sondern schrittweise zu einer gemeinsamen Plattform zusammenzuführen.

Biologische Anpassung bildet die Grundlage der Systeme. Wasser schafft die funktionelle Umgebung für Stofftransport und Stoffwechsel. Mineralien stabilisieren chemische und strukturelle Prozesse. Licht liefert Energie und Information. Photonik ermöglicht deren Analyse und technische Nutzung. Materialwissenschaften verbinden diese Komponenten zu funktionellen Werkstoffen, während Umwelttechnologien daraus nachhaltige Anwendungen entwickeln.

Gerade diese systemische Betrachtungsweise unterscheidet die Forschungsplattform von klassischen Einzelprojekten. Ziel ist nicht die Entwicklung einer isolierten Technologie, sondern der Aufbau einer langfristigen wissenschaftlichen Infrastruktur, innerhalb der sich biologische Forschung, Materialwissenschaften, Umwelttechnik und Lichtwissenschaften gegenseitig ergänzen und kontinuierlich weiterentwickeln.

5. Forschungsarchitektur, Technologieplattformen, Zukunftsperspektiven sowie wissenschaftlicher Erfinder- und Entwicklungshinweis

Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Forschungsarbeiten verdeutlichen, dass sich die einzelnen Projekte nicht unabhängig voneinander entwickelt haben, sondern Bestandteile einer gemeinsamen wissenschaftlichen Gesamtarchitektur darstellen. Während viele Forschungsprogramme einzelne Technologien oder eng definierte Fachgebiete bearbeiten, verfolgt die **SunsWater und LightBottle Organisation** bewusst einen integrativen Ansatz. Biologische Systeme, Materialwissenschaften, Mineralogie, Photonik, Lichtwissenschaften, Umwelttechnik, Solarforschung und nachhaltige Energiesysteme werden nicht als voneinander getrennte Disziplinen betrachtet, sondern als eng miteinander verknüpfte Komponenten einer langfristigen Forschungsstrategie.

Diese wissenschaftliche Architektur entstand schrittweise über mehrere Jahre experimenteller Arbeiten, theoretischer Analysen und technologischer Entwicklungen. Neue Projektbezeichnungen wurden dabei nicht als Marketingbegriffe eingeführt, sondern entwickelten sich parallel zum wissenschaftlichen Fortschritt der jeweiligen Forschungsfelder. Jeder Begriff beschreibt daher einen bestimmten Entwicklungsschritt innerhalb einer größeren wissenschaftlichen Struktur und dokumentiert zugleich die historische Entwicklung des gesamten Forschungsprogramms.

Die wissenschaftliche Architektur der Forschungsplattform

Den Ursprung sämtlicher Entwicklungen bildet das **SunsWater Protoalgen-Forschungsprojekt** und die **Technologieplattform**. Sie beschreibt die grundlegende wissenschaftliche Untersuchung adaptiver Mikroalgensysteme unter langfristig kontrollierten Umweltbedingungen. Innerhalb dieser Plattform wurden über mehrere Jahre

Fragestellungen zur biologischen Anpassung, Umweltresistenz, Kultivierung, Kryostabilität, Mineralinteraktion und physiologischen Entwicklung untersucht. ProtoAlgae™ bildet somit ein entscheindes biologisches Fundament der gesamten Forschungsarchitektur.

Aus diesen frühen Arbeiten entstand das **MoonsWater** Forschungsprojekt **MoonAlgae (Mondalgen-Entwicklung)**. Dieses Projekt repräsentiert eine wissenschaftliche Entwicklungsphase, in der sich die Untersuchungen verstärkt auf die Anpassung biologischer Systeme an sehr geringe natürliche Lichtintensitäten konzentrierten. Gleichzeitig entstanden daraus die ersten wissenschaftlichen Überlegungen zur biologischen Bedeutung nächtlicher Lichtumgebungen und zur späteren Entwicklung der Mondlichtforschung.

Die kontinuierliche Weiterentwicklung dieser Arbeiten führte schließlich zur **LightAlgae™** (Lichtalgen-Projektentwicklung) und wichtigen Studien- sowie Forschungsreihen. Die Erforschung von hochspezialisierten Algenkulturen und Prototypen-Entwicklungen beschreibt sehr besondere Forschungsrichtungen innerhalb der adaptiven Algenbiotechnologie, deren Schwerpunkt auf langfristigen Anpassungsprozessen unter unterschiedlichen Umwelt- und Lichtbedingungen sowie reduzierter Nährstoffverfügbarkeit liegt. Die Lichtalge steht dabei nicht für eine einzelne Kultur oder Organismenklasse, sondern für eine wissenschaftliche Plattform, welche biologische Anpassungsfähigkeit, Photobiologie, Umweltphysiologie, Materialwissenschaften und Lichtforschung miteinander verbindet.

Parallel hierzu entwickelte sich die LightBottle Company (Europäisches Startup) **LightBottleOrg™** als übergreifende Forschungs-, Technologie- und Designplattform. Während sich die biologischen Projekte auf die wissenschaftlichen Grundlagen konzentrieren, umfasst **LightBottle Company™** deren technische Umsetzung in Form experimenteller Systeme, transparenter Materialplattformen, funktioneller Demonstratoren sowie zukünftiger Produkt- und Designkonzepte. Gleichzeitig besitzt die Projekte eine kulturelle Dimension: Der Begriff steht nicht ausschließlich für technische Entwicklungen, sondern auch für wissenschaftliche Kommunikation, gestalterische Konzepte, Literatur, Ausstellungen und weitere Formen der Wissensvermittlung.

Mit zunehmender Reife der Material- und Photonikforschung entstand darüber hinaus **LightStorageOrganization™** als eigenständige wissenschaftliche Forschungsrichtung und Projektorganisation (mit kommerziellen Unternehmenspotentialen). Im Mittelpunkt stehen theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Aufnahme, Umwandlung, Verteilung und langfristigen Nutzung optischer Energie in biologischen, mineralischen und hybriden Materialsystemen. Die Forschungsrichtung verbindet Erkenntnisse aus der Photonik, Materialwissenschaft, Biophysik, Spektroskopie und Festkörperphysik und entwickelt daraus Konzepte zukünftiger optischer Speicher- und Energiesysteme.

Die langfristige organisatorische Perspektive dieser Entwicklungen wird durch **LightStorage.org™** beschrieben. Die Bezeichnung steht für die Vision einer wissenschaftlichen Plattform, welche zukünftige Forschungsprojekte, internationale Kooperationen, Bildungsprogramme und interdisziplinäre Forschungsnetzwerke zusammenführen soll. Innerhalb dieser Struktur könnten langfristig wissenschaftliche

Publikationen, offene Forschungsdaten, internationale Partnerschaften sowie gemeinsame Entwicklungsprogramme entstehen.

Ergänzend hierzu beschreibt **Lichtspeichertechnik™ / LightStorageTechnics™** ein eigenständiges wissenschaftliches Forschungsgebiet. Es verbindet Lichtwissenschaften, Photonik, funktionelle Materialien, Biohybridsysteme und nachhaltige Energietechnologien zu einer gemeinsamen ingenieurwissenschaftlichen Disziplin. Ziel ist nicht ausschließlich die Entwicklung neuer Speichertechnologien, sondern das grundlegende Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Licht, Materie und biologischen Systemen.

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil der Forschungsarchitektur und Projektentwicklungen ist die **Mondlichtforschung™ (Moonlight Research)**. Dieses Forschungsgebiet untersucht die physikalischen, biologischen, ökologischen und technologischen Eigenschaften natürlichen Mondlichts. Obwohl Mondlicht nach dem Sonnenlicht die wichtigste natürliche Lichtquelle der Erde darstellt, existieren bislang nur wenige interdisziplinäre Forschungsprogramme, die seine Bedeutung systematisch untersuchen. Ziel der Mondlichtforschung ist daher die Verbindung von Astronomie, Atmosphärenphysik, Photonik, Chronobiologie, Umweltwissenschaften und Materialforschung zu einer eigenständigen wissenschaftlichen Disziplin. Übergeordnet verbindet das Forschungsfeld **Light Storage Research** (Lichtspeicherforschung) sämtliche lichtbezogenen Untersuchungen der Plattform. Es bildet den wissenschaftlichen Rahmen für Photonik, Biophotonik, Bio-Optik, Spektroskopie, photonische Materialien, Solarwissenschaften, Mondlichtforschung sowie zukünftige Entwicklungen im Bereich der erweiterten Photonik (Advanced Photonics), in denen biologische Systeme und moderne optische Technologien zunehmend miteinander verschmelzen.

Weitere Forschungsrichtungen

Die vorgestellten Forschungsarbeiten bilden keinen abgeschlossenen Entwicklungsstand, sondern den Ausgangspunkt einer langfristig angelegten wissenschaftlichen Agenda. Zukünftige Untersuchungen sollen insbesondere die Mechanismen biologischer Langzeitadaptation, die Entwicklung biohybrider Werkstoffe, photonischer Materialsysteme sowie nachhaltiger Umwelt- und Energiespeichertechnologien weiter vertiefen.

Von besonderem Interesse sind dabei funktionelle Biomineral-Komposite, transparente lebende Materialien, biologisch integrierte Sensorsysteme, photonische Grenzflächen, adaptive Solarreaktoren, biologische Wasseraufbereitungssysteme, geschlossene ökologische Kreislaufsysteme sowie neue Konzepte biologischer und optischer Energiespeicherung. Parallel dazu sollen die Forschungsarbeiten im Bereich der Mondlichtforschung, der Lichtwissenschaften und erweiterten Photonik sowie Quantentechnik (Advanced Photonics) kontinuierlich ausgebaut werden, um neue wissenschaftliche Fragestellungen an der Schnittstelle zwischen Biologie, Physik und Materialwissenschaften zu erschließen.

Langfristig verfolgt die Forschungsplattform das Ziel, grundlegende naturwissenschaftliche Erkenntnisse in nachhaltige technologische Innovationen zu überführen und zugleich neue interdisziplinäre Forschungsfelder zu etablieren. Die Verbindung biologischer Systeme

mit funktionellen Materialien, Lichtwissenschaften und Umwelttechnologien könnte dabei einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung zukünftiger nachhaltiger Technologien leisten.

Wissenschaftliche Projekt-, Forschungs- und Erfindungsbeschreibung

Die in dieser Veröffentlichung beschriebenen Konzepte, Forschungsprogramme, Projektbezeichnungen, wissenschaftlichen Terminologien, Technologieplattformen, Produktkonzepte sowie interdisziplinären Forschungsfelder – einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf **ProtoAlgae™ / Protoalge**, **MoonAlgae™ / Mondalgen**, **LightAlgae™ / Lichtalge™**, **Lichtflaschen™**, **LightBottleCompany™**, **LightStorageOrganization™**, **LightStorage.org™**, **Lichtspeichertechnik™ / Light Storage Technics™**, **Mondlichtforschung™ / Moonlight Research**, sowie der hier beschriebenen wissenschaftlichen Gesamtarchitektur – stellen eigenständige konzeptionelle, wissenschaftliche, technologische und kreative Entwicklungen des Gründers, Entwicklers, Erfinders und leitenden Forschers der GlobalGreening und SunsWater Research Organization dar.

Die verwendeten Bezeichnungen dienen nicht ausschließlich der Benennung einzelner Projekte oder Technologien. Sie bilden eine systematisch entwickelte wissenschaftliche Sprache, welche die historische Entwicklung eines umfassenden Forschungsökosystems beschreibt. Gleichzeitig besitzen sie – soweit vorgesehen – eine konzeptionelle, gestalterische und wissenschaftskommunikative Funktion und können zukünftig in wissenschaftlichen Publikationen, Monographien, Fachbüchern, Lehrmaterialien, Vorträgen, multimedialen Veröffentlichungen, Designkonzepten, Ausstellungen, Forschungsplattformen sowie technologischen und industriellen Entwicklungen verwendet werden. Es sind in einigen Fällen komplett neue Fantasienamen, künstlichere Kreationen (Kunstwerke), und Schöpfungen. Diese sollen für Medienwerke, als Produkt und Titelbezeichnungen verwendet werden. Eine kommerzielle Nutzung der Werke ist ohne schriftliche Erlaubnis des Künstlers und Erfinders nicht erlaubt!

Die vorliegende Veröffentlichung versteht sich nicht allein als Beschreibung einzelner Forschungsarbeiten, sondern als Dokumentation langfristiger wissenschaftlicher Arbeiten, die Biotechnologie, Materialwissenschaften, Mineralogie, Photonik, Lichtwissenschaften, Quantenphysik, Solar- und Wasserforschung, Umwelttechnik sowie nachhaltige Energie- und Speichersysteme in einer gemeinsamen Forschungsarchitektur zusammenführt. Ziel dieser Arbeiten ist außerdem neue wissenschaftliche Fragestellungen anzuregen, interdisziplinäre Kooperationen zu fördern und zukünftige Generationen von Forschenden, Ingenieurinnen und Ingenieuren, Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern sowie kreativen Entwicklerinnen und Entwicklern zur Mitgestaltung einer nachhaltigen, lichtbasierten und biologisch inspirierten Technologieentwicklung einzuladen.